

PAT-NO: JP02001185355A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001185355 A

TITLE: FILM FORMING DEVICE

PUBN-DATE: July 6, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMAZAKI, SHUNPEI	N/A
YAMAMOTO, ICHIU	N/A
HIROKI, MASAACKI	N/A
FUKUNAGA, KENJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000311400

APPL-DATE: October 12, 2000

PRIORITY-DATA: 11291685 ( October 13, 1999)

INT-CL (IPC): H05B033/10, H05B033/12 , H05B033/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a film forming device that forms film of polymer organic electroluminescent material at a high throughput accurately without moving the correct position.

SOLUTION: A pixel portion 111 is divided into a plurality of rows of pixels by a bank 121 and by moving a head part 106 of the film forming device along the rows of pixels, the coating liquid (R) 114a, coating liquid (G) 114b and coating liquid (B) 114c can be applied simultaneously in a stripe shape. By heating these coating liquid, an electroluminescent layers of red, green and blue colors can be formed.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-185355  
(P2001-185355A)

(43) 公開日 平成13年7月6日 (2001.7.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	3 K 0 0 7
33/12		33/12	B
33/14		33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-311400 (P2000-311400)  
(22) 出願日 平成12年10月12日 (2000. 10. 12)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-291685  
(32) 優先日 平成11年10月13日 (1999. 10. 13)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878  
株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地  
(72) 発明者 山崎 舜平  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 山本 一字  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内  
(72) 発明者 ▲ひろ▼木 正明  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

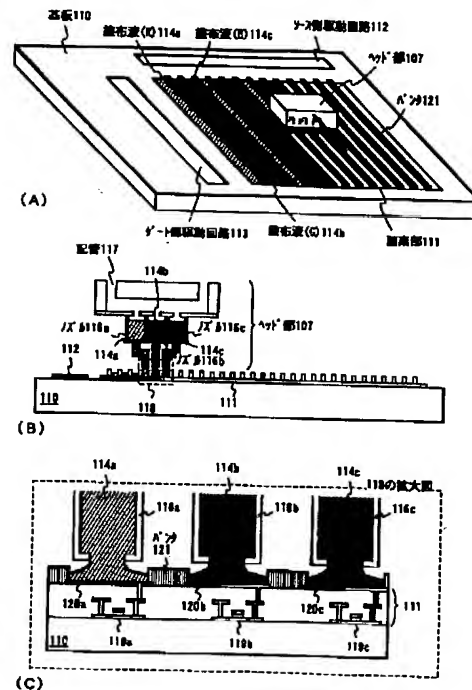
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜形成装置

(57) 【要約】

【課題】 位置ずれなく精密にポリマーでなる有機EL材料を高いスループットで成膜する薄膜形成装置を提供する。

【解決手段】 画素部111をバンク121により複数の画素列に分割し、薄膜形成装置のヘッド部106を画素列に沿って移動することにより、塗布液(R)114a、塗布液(G)114b、塗布液(B)114cを同時にストライプ状に塗布することができる。そしてこれらの塗布液を加熱することで赤、緑、青の各色に発光する発光層を形成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板を固定するステージ、ヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有し、

前記ヘッド部は有機EL材料(R)を含む溶液を備えたノズル、有機EL材料(G)を含む溶液を備えたノズル及び有機EL材料(B)を含む溶液を備えたノズルを有することを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項2】基板を固定するステージ、有機EL材料を含む溶液を塗布するためのノズルを有したヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有し、

前記ヘッド部は有機EL材料(R)を含む溶液を備えたノズル、有機EL材料(G)を含む溶液を備えたノズルまたは有機EL材料(B)を含む溶液を備えたノズルの少なくとも一つを有することを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項3】基板の搬入または搬出を行う搬送室と、前記基板を搬送する機構を含む共通室と、前記共通室にゲートを介して連結された複数の処理室と、

を有する薄膜形成装置であって、

前記複数の処理室のうち少なくとも一つの処理室は、基板を固定するステージ、有機EL材料を含む溶液を塗布するためのノズルを有したヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有し、前記ヘッド部は、有機EL材料(R)を含む溶液を備えたノズル、有機EL材料(G)を含む溶液を備えたノズル及び有機EL材料(B)を含む溶液を備えたノズルを有することを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項4】基板の搬入または搬出を行う搬送室と、前記基板を搬送する機構を含む共通室と、前記共通室にゲートを介して連結された複数の処理室と、

を有する薄膜形成装置であって、

前記複数の処理室のうちの少なくとも一つの処理室は、基板を固定するステージ、有機EL材料を含む溶液を塗布するためのノズルを有したヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有し、前記ヘッド部は、有機EL材料(R)を含む溶液を備えたノズル、有機EL材料(G)を含む溶液を備えたノズルまたは有機EL材料(B)を含む溶液を備えたノズルの少なくとも一つを有することを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項5】請求項3または請求項4において、前記共通室は減圧状態に保持され、前記基板を固定するステージ、有機EL材料を含む溶液を塗布するためのノズルを有したヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有する処理室は、不活性ガスを充填した大気圧状態に保持されることを特徴とする薄膜形成

装置。

【請求項6】請求項3または請求項4において、前記共通室と前記基板を固定するステージ、有機EL材料を含む溶液を塗布するためのノズルを有したヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有する処理室との間には、焼成用処理室が設けられていることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項7】請求項3または請求項4において、前記共通室と前記基板を固定するステージ、有機EL材料を含む溶液を塗布するためのノズルを有したヘッド部及び前記ヘッド部が相対的に前記基板の上を移動する機構を有する処理室はとの間には、基板を反転させる機構が設けられていることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項8】請求項1乃至請求項7のいずれかにおいて、前記有機EL材料(R)、前記有機EL材料(G)及び前記有機EL材料(B)はポリマーであることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項9】請求項1乃至請求項7のいずれかにおいて、前記有機EL材料(R)を含む溶液、前記有機EL材料(G)を含む溶液及び前記有機EL材料(B)を含む溶液はストライプ状に塗布されることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項10】請求項1乃至請求項7のいずれかにおいて、前記有機EL材料(R)を含む溶液、前記有機EL材料(G)を含む溶液及び前記有機EL材料(B)を含む溶液は圧縮ガスによりノズルから押し出されることを特徴とする薄膜形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、陽極、陰極及びそれらの間にEL(Electro Luminescence)が得られる発光性材料、特に発光性有機材料(以下、有機EL材料という)を挟んだ構造でなるEL素子の作製に用いる薄膜形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、有機EL材料のEL現象を利用した自発光素子としてEL素子を用いた表示装置(EL表示装置)の開発が進んでいる。EL表示装置は自発光型であるため、液晶表示装置のようなバックライトが不要であり、さらに視野角が広いため、屋外で使用する携帯型機器の表示部として有望視されている。

【0003】EL表示装置にはパッシブ型(単純マトリクス型)とアクティブ型(アクティブマトリクス型)の二種類があり、どちらも盛んに開発が行われている。特に現在はアクティブマトリクス型EL表示装置が注目されている。また、EL素子の中心とも言える発光層となる有機EL材料は、低分子有機EL材料と高分子(高分子)有機EL材料とが研究されているが、低分子有機EL材料よりも取り扱いが容易で耐熱性の高い高分子有機EL材料が注目されている。

【0004】高分子有機EL材料の成膜方法としては、セイコーエプソン株式会社が提唱するインクジェット法が有望視されている。この技術に関しては、特開平10-12377号公報、特開平10-153967号公報または特開平11-54270号公報等を参考にすれば良い。

【0005】しかしながら、インクジェット法では高分子有機EL材料を噴射して飛ばすため、塗布面とインクジェット用ヘッドのノズルとの距離を適切なものとしないと液滴が必要外の部分に着弾する、いわゆる飛行曲がりの問題が生じる。なお、飛行曲がりに関しては上記特開平11-54270号公報に詳しく、着弾目標位置から50 $\mu$ m以上のずれが生じることが明記されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、位置ずれなく精密にポリマーでなる有機EL材料を高いスループットで成膜する方法を提供すると共に、そのような成膜を可能とする薄膜形成装置を提供することを課題とする。

【0007】また、前記薄膜形成装置を備えたマルチチャンバー方式（クラスターツール方式ともいう）の素子形成装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するために、本発明では赤色、緑色及び青色の発光層を、ストライプ状にディスペンサーの如き薄膜形成装置を用いて形成することを特徴とする。なお、ストライプ状とは、縦横比が2以上の細長い長方形状、長径と短径の比が2以上の細長い楕円形状を含む。ここで本発明の薄膜形成装置を図1に示す。

【0009】図1(A)は本発明の薄膜形成装置を側面からみた外観図であり、図1(B)は前面からみた外観図である。図1(A)において、100は支持台、101は搬送ステージであり、その上に基板102が固定される。搬送ステージ101はX方向（横方向）またはY方向（縦方向）に移動が可能である。

【0010】支持台100には支持柱103、ホルダー104が取り付けられ、搬送ステージ101の上に塗布ユニット105が設置される。塗布装置105は有機EL材料を含む溶液を基板上に塗布するための機構を備えた装置であり、ヘッド部106に圧縮ガス（加圧された不活性ガス）を送ったり、有機EL材料を含む溶液を供給する装置である。

【0011】さらに、塗布装置105にはサックバック機構（サックバックバルブまたはエアオペレーションバルブを備えた機構）を有する。サックバック機構とは、ダイヤフラムゲージ等を用いた容積変化を利用して配管内の圧力を下げることにより、配管等のノズル口に溜まった液滴をノズル内に引き込むための機構である。

【0012】また、図1の薄膜形成装置ではヘッド部106が固定され、基板102を載せた搬送ステージ101がX方向またはY方向へと移動する。即ち、搬送ステージが移動することにより相対的にヘッド部106が基板102上を移動するような機構となっている。勿論、ヘッド部106の方を移動させるような機構とすることも可能であるが、基板側を移動させた方が安定性は良い。

【0013】以上の構成の薄膜形成装置は、有機EL材料（厳密には有機EL材料を溶媒に溶かした混同物）の供給口となるノズルを備えたヘッド部106が基板102上を移動することにより、基板の必要箇所へ有機EL材料を塗布していく。ここでヘッド部106により有機EL材料を塗布していく過程を以下に説明する。

【0014】図2(A)に示したのは、本発明を実施して $\pi$ 共役系ポリマーでなる有機EL材料を成膜する様子を模式的に示す図である。図2(A)において、110は基板であり、基板110上には画素部111、ソース側駆動回路112、ゲート側駆動回路113がTFTにより形成されている。ソース側駆動回路112に接続された複数のソース配線とゲート側駆動回路113に接続された複数のゲート配線とで囲まれた領域が画素であり、画素内にはTFTと該TFTに電気的に接続されたEL素子が形成される。画素部111はこのような画素がマトリクス状の配列されて形成されている。

【0015】ここで114aは電圧を加えることで赤色に発光する有機EL材料（以下、有機EL材料(R)という）と溶媒との混合物（以下、塗布液(R)という）、114bは電圧を加えることで緑色に発光する有機EL材料（以下、有機EL材料(G)という）と溶媒との混合物（以下、塗布液(G)という）、114cは電圧を加えることで青色に発光する有機EL材料（以下、有機EL材料(B)という）と溶媒との混合物（以下、塗布液(B)という）である。

【0016】なお、これらの有機EL材料はポリマー重合したものを直接溶媒に溶かして塗布する方法と、モノマーを溶媒に溶かしたものを成膜した後に加熱重合させてポリマーとする方法とがあるが、本発明はどちらも構わない。ここではポリマーとなった有機EL材料を溶媒に溶かして塗布した例を示す。

【0017】本発明の場合、図1に示した薄膜形成装置のヘッド部106からは塗布液(R)114a、塗布液(G)114b、塗布液(B)114cが別々に塗布され、矢印の方向に向かって塗布される。即ち、赤色に発光すべき画素列、緑色に発光すべき画素列及び青色に発光すべき画素列に、同時にストライプ状の発光層（厳密には発光層の前駆体）が形成される。

【0018】なお、ここでいう画素列とはバンク121に仕切られた画素の列を指し、バンク121はソース配線の上方に形成されている。即ち、ソース配線に沿って

複数の画素が直列に並んだ列を画素列と呼んでいる。但し、ここではバンク121がソース配線の上に形成された場合を説明したが、ゲート配線の上に設けられていても良い。この場合は、ゲート配線に沿って複数の画素が直列に並んだ列を画素列と呼ぶ。

【0019】従って、画素部111は、複数のソース配線もしくは複数のゲート配線の上に設けられたストライプ状のバンクにより分割された複数の画素列の集合体として見る事ができる。そのようにして見た場合、画素部111は、赤色に発光するストライプ状の発光層が形成された画素列、緑色に発光するストライプ状の発光層が形成された画素列及び青色に発光するストライプ状の発光層が形成された画素列からなるとも言える。

【0020】また、上記ストライプ状のバンクは、複数のソース配線もしくは複数のゲート配線の上に設けられているため、実質的に画素部111は、複数のソース配線もしくは複数のゲート配線により分割された複数の画素列の集合体とすることもできる。

【0021】次に、図2(A)に示したヘッド部(塗布部と言っても良い)107の様子を拡大して図2(B)

に示す。  
【0022】107は薄膜形成装置のヘッド部であり、赤色用ノズル116a、緑色用ノズル116b、青色用ノズル116cが取り付けられている。また各々のノズルの内部には塗布液(R)114a、塗布液(G)114b、塗布液(B)114cが蓄えられている。これらの塗布液は、配管117内に充填された圧縮ガスにより加圧されて画素部111上に押し出される。このようなヘッド部107が移動することで図2(A)に示したような塗布工程が行われる。

【0023】ここで118で示される塗布部付近の拡大図を図2(C)に示す。基板110上に設けられた画素部111は、複数のTFT119a~119cと画素電極120a~120cとでなる複数の画素の集合体である。図2(B)のノズル116a~116cに圧縮ガスにより圧力がかかると、その圧力により塗布液114a~114cが押し出される。

【0024】なお、画素間には樹脂材料で形成されたバンク121が設けられており、隣接する画素間で塗布液が混合されてしまうことを防いでいる。この構造ではバンク121の幅(フォトリソグラフィの解像度で決まる)を狭くすることで画素部の集積度が向上し、高精細な画像を得ることができる。特に塗布液の粘性が1~30cpの場合に有効である。

【0025】但し、塗布液の粘性が30cp以上またはゾル状もしくはゲル状であればバンクを用いないことも可能である。即ち、塗布後の塗布液と塗布面との接触角が十分に大きければ必要以上に塗布液が広がることもないので、バンクで堰止めておく必要もなくなる。その場合は、最終的に発光層が長円形状(長径と短径の比が

2以上の細長い楕円形状)、典型的には画素部の一端から他端にまで及ぶ細長い楕円状で形成されることになる。

【0026】また、バンク121を形成する樹脂材料としてはアクリル、ポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミドを用いることができる。この樹脂材料に予めカーボンや黒色顔料等を設けて樹脂材料を黒色化しておくと、バンク121を画素間の遮光膜として用いることも可能となる。

【0027】また、ノズル116a、116bまたは116cのいずれかの先端付近に光反射を用いたセンサーを取り付ければ、塗布面とノズルとの距離を常に一定に保つように調節することも可能である。さらに、画素ピッチ(画素間の距離)に応じてノズル116a~116cの間隔を調節する機構を備えることで、どのような画素ピッチのEL表示装置にも対応することが可能である。

【0028】こうしてノズル116a~116cから塗布された塗布液114a~114cは各々画素電極120a~120cを覆うようにして塗布される。なお、以上のようなヘッド部107の動作は電気的な信号により制御される。

【0029】塗布液114a~114cを塗布したら真空中で加熱処理(バーク処理または焼成処理)することにより塗布液114a~114cに含まれる有機溶媒を揮発させ、有機EL材料でなる発光層を形成する。このため、有機溶媒は有機EL材料のガラス転移温度(Tg)よりも低い温度で揮発するものを用いる。また、有機EL材料の粘度により最終的に形成される発光層の膜厚が決まる。この場合、有機溶媒の選定または添加物により粘度を調節することができるが、粘度は1~50cp(好ましくは5~20cp)とするのが好ましい。

【0030】さらに、有機EL材料中に結晶核となりうる不純物が多いと、有機溶媒を揮発させる際に有機EL材料が結晶化してしまう可能性が高くなる。結晶化してしまうと発光効率が落ちるため好ましくなく、できるだけ有機EL材料の中には不純物が含まれないようにすることが望ましい。

【0031】不純物を低減するには、溶媒及び有機EL材料を徹底的に精製し、溶媒と有機EL材料を混合する時の環境を可能な限り清浄化することが重要である。溶媒の精製または有機EL材料の精製は、蒸留法、昇華法、逕過法、再結晶法、再沈殿法、クロマトグラフィ法または透析法等の技術を繰り返し行うことが好ましい。最終的には金属元素やアルカリ金属元素等の不純物を0.1ppm以下(好ましくは0.01ppm以下)にまで低減することが望ましい。

【0032】また、図1のような薄膜形成装置により有機EL材料を含む塗布液を塗布する際の雰囲気にも十分に注意することが好ましい。具体的には、上記有機EL材料の成膜工程を、窒素などの不活性ガスが充填された

クリーンブースやグローブボックス内で行うことが望ましい。

【0033】以上のような薄膜形成装置を用いることにより、赤、緑、青の各色に発光する三種類の発光層を同時に形成することができるため、高いスループットで高分子有機EL材料でなる発光層を形成することができる。さらに、インクジェット方式と異なり、一つの画素列では切れ間なくストライプ状に塗布していくことができるため、非常にスループットが高い。

【0034】

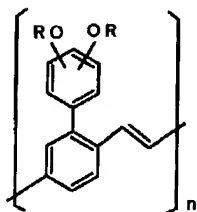
【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。図2(A)に示すように、基板110上に画素部111、ソース側駆動回路112、ゲート側駆動回路113をTFTをもって形成したら、ストライプ状のバンク121をソース配線(ソース側駆動回路112と画素部111とをつなぎ、画素部のスイッチング用TFTに情報信号を伝送する配線)に沿って形成する。

【0035】次に、発光層となる塗布液(R)114a、塗布液(G)114b、塗布液(B)114cを準備する。塗布液114a~114cは主として高分子の有機EL材料を溶媒に溶かして形成する。代表的な高分子有機EL材料としては、ポリパラフェニレンビニレン(PPV)系、ポリビニルカルバゾール(PVK)系、ポリフルオレン系などが挙げられる。

【0036】なお、PPV系有機EL材料としては様々な型のものがあるが、例えば以下のような分子式が発表されている。(「H. Shenk, H. Becker, O. Gelsen, E. Kluge, W. Kreuder, and H. Spreitzer, "Polymers for Light Emitting Diodes", Euro Display, Proceedings, 1999, p. 33-37」)

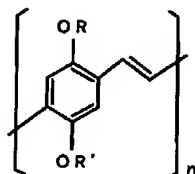
【0037】

【化1】



【0038】

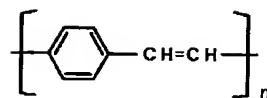
【化2】



【0039】また、特開平10-92576号公報に記載された分子式のポリフェニルビニルを用いることもできる。分子式は以下になる。

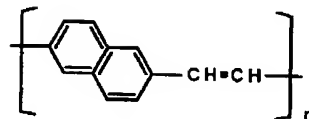
【0040】

【化3】



【0041】

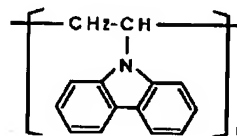
【化4】



【0042】また、PVK系有機EL材料としては以下のような分子式がある。

【0043】

【化5】



【0044】高分子有機EL材料はポリマーの状態で溶媒に溶かして塗布することもできるし、モノマーの状態でも溶媒に溶かして塗布した後に重合することもできる。モノマーの状態で塗布した場合、まずポリマー前駆体が形成され、真空中で加熱することにより重合してポリマーになる。

【0045】具体的には、塗布液(R)114cにはシアノポリフェニレンビニレン、塗布液(G)114bにはポリフェニレンビニレン、塗布液(B)114cにはポリフェニレンビニレン若しくはポリアルキルフェニレンを用いれば良い。また、溶媒としてはクロロホルム、ジクロロメタン、γ-ブチラクトン、ブチルセルソルブ又はNMP(N-メチル-2-ピロリドン)を用いれば良い。塗布液の粘度を上げるための添加剤を加えることも有効である。

【0046】但し、以上の例は本発明の発光層として用いることのできる有機EL材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。本発明では有機EL材料と溶媒との混合物を図1に示した薄膜形成装置により塗布して、加熱処理により溶媒を揮発させて除去することで発光層を形成する。従って、溶媒を揮発させる際に発光層のガラス転移温度を超えない組み合わせであれば如何なる有機EL材料を用いても良い。

【0047】さらに、図1の薄膜形成装置を用いて塗布工程を行う際、処理雰囲気は極力水分の少ない乾燥雰囲気とし、不活性ガス中に行うことが望ましい。EL層は水分や酸素の存在によって容易に劣化してしまうため、形成する際は極力このような要因を排除しておく必要がある。例えば、ドライ窒素雰囲気、ドライアルゴン雰囲気

気等が好ましい。そのためには、図1の薄膜形成装置を、不活性ガスを充填したクリーンブースに設置し、その雰囲気中で塗布工程を行うことが望ましい。

【0048】

【実施例】〔実施例1〕発明の実施の形態では赤色、緑色または青色に発光する三種類のストライプ状の発光層を、同時に縦方向または横方向に形成する例を示した。本実施例では、ストライプ状の発光層を長手方向において複数に分割して形成する例を示す。

【0049】図3(A)に示すように、基板110上にはTFTによって画素部111、ソース側駆動回路112、ゲート側駆動回路113が形成され、画素部111はバンク301によってマトリクス状に分割されている。本実施例の場合、バンク301によって仕切られた一つの升目302の中には、図3(B)に示すように複数の画素303が配置されている。但し、画素数に限定はない。

【0050】このような状態で本発明の薄膜形成装置を用いて発光層として機能する有機EL材料の成膜工程を行う。この場合もヘッド部107によって同時に赤色用塗布液114a、緑色用塗布液114b及び青色用塗布液114cを塗り分ける。

【0051】本実施例の特徴は、前述の升目302ごとに塗布液114a~114cを塗り分けることができる点にある。即ち、発明の実施の形態で説明した方式ではストライプ状に赤、緑、青の各色の塗布液を塗り分けることしかできないが、本実施例では升目ごとに色の配置が自由である。従って、図3に示すように、任意の升目に塗布する塗布液の色を列(または行)ごとにずらしていくような配置も可能である。

【0052】また、升目302の中に一つの画素を設けるようなこともでき、その場合は一般的にデルタ配置と呼ばれる画素構造(RGBの各々に対応する画素が常に三角形を作るように配置された画素構造)とすることもできる。

【0053】本実施例を実施するためにヘッド部107に与える動作は次のようになる。まず、ヘッド部107をaで示される矢印の方向に動かして三つの升目(赤、緑、青に対応するの各々の升目)の中を完全に塗布液に浸す。それが終了したら、ヘッド部107をbで示される矢印の方向に動かして次の三つの升目に対して塗布液を塗布する。この動作を繰り返して画素部に塗布液を塗布していき、その後、熱処理により溶媒を揮発させて有機EL材料を形成する。

【0054】従来例で述べたインクジェット法では、液滴を塗布していくことになるため形成される有機EL材料は円形になってしまう。そのため、細長い画素全体を被覆することは困難である。特に、画素全体が発光領域として機能する場合、画素全体に有機EL材料を被覆する必要がある。その点、本実施例はaで示される矢印の

方向にヘッド部107が動くことで升目内を完全に塗布液で満たすことができるというメリットがある。

【0055】〔実施例2〕図2(A)に示した画素列の方向を縦方向とする時、バンク121はソース配線に沿って形成される。従って、ゲート配線に沿ってバンクを形成した場合の画素列は横方向に形成されていると言える。即ち、縦方向に画素列を形成した場合は、図4(A)のような配置となり、横方向に画素列を形成した場合は、図4(B)のような配置となる。

【0056】図4(A)において、401は縦方向にストライプ状に形成されたバンク、402aは赤色に発光するEL層、402bは緑色に発光するEL層である。勿論、緑色に発光するEL層402bの隣には青色に発光するEL層(図示せず)が形成される。なお、バンク401は絶縁膜を介したソース配線の上方に、ソース配線に沿って形成される。

【0057】ここでいうEL層とは、発光層、電荷注入層、電荷輸送層等の発光に寄与する有機EL材料でなる層を指している。発光層単層とする場合もありうるが、例えば正孔注入層と発光層とを積層した場合はその積層膜をEL層と呼ぶ。

【0058】この場合、図1(B)に示したヘッド部106は縦方向(Y方向)に移動することになる。即ち、赤、緑、青の各色の画素列を3本同時に縦方向に走査し、画素列に対して塗布液を塗布していくこととなる。

【0059】また、図4(B)において、404は横方向にストライプ状に形成されたバンク、405aは赤色に発光するEL層、405bは緑色に発光するEL層である。405cは青色に発光するEL層である。なお、バンク404は絶縁膜を介したゲート配線の上方に、ゲート配線に沿って形成される。

【0060】この場合、図1(B)に示したヘッド部106は横方向(X方向)に移動することになる。即ち、赤、緑、青の各色の画素列を3本同時に横方向に走査し、画素列に対して塗布液を塗布していくこととなる。

【0061】以上のように、塗布液の塗り分けが縦方向に沿った画素列ごとであっても、横方向に沿った画素列ごとであっても、ヘッド部106の走査する方向を電氣的に制御することで容易に対応することができる。

【0062】〔実施例3〕本実施例では、本発明の薄膜形成装置をマルチチャンバー方式(またはクラスターツール方式ともいう)の薄膜形成装置に組み込み、EL素子の形成過程を全て大気解放することなく連続的に行う場合の例について説明する。

【0063】図5において、501は共通室であり、共通室501には搬送機構(A)が備えられ、基板503の搬送が行われる。共通室501は減圧雰囲気になされており、各処理室とはゲートによって遮断されている。各処理室への基板の受け渡しは、ゲートを開けた際に搬送機構(A)によって行われる。また、共通室501を減



圧するには、油回転ポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ若しくはクライオポンプなどの排気ポンプを用いることが可能であるが、水分の除去に効果的なクライオポンプが好ましい。

【0064】以下に、各処理室についての説明を行う。なお、共通室501は減圧雰囲気となるので、共通室501に直接的に連結された処理室には全て排気ポンプ（図示せず）が備えられている。排気ポンプとしては上述の油回転ポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ若しくはクライオポンプが用いられる。

【0065】まず、504は基板の搬入または搬出を行う搬送室（A）であり、ロードロック室とも呼ばれる。搬送室（A）504はゲート500aにより共通室501と遮断され、ここに基板をセットしたキャリア505が配置される。なお、搬送室（A）504は基板搬入用と基板搬出用と区別されていても良い。

【0066】また、本実施例では基板503を、素子形成面を下向きにしてキャリアにセットする。これは後に気相成膜（スパッタまたは蒸着による成膜）を行う際に、フェイスダウン方式（デポアップ方式ともいう）を行いやすくするためである。フェイスダウン方式とは、基板の素子形成面が下を向いた状態で成膜する方式をいい、この方式によればゴミの付着などを抑えることができる。

【0067】次に、506で示されるのはEL素子の画素電極となる陰極もしくは陽極の表面を処理する処理室（以下、前処理室という）であり、前処理室506はゲート500bにより共通室501と遮断される。前処理室はEL素子の作製プロセスによって様々に変えることができるが、本実施例では画素電極の表面に紫外光を照射しつつ100～120℃で加熱できるようにする。このような前処理は、EL素子の陽極表面を処理する際に有効である。

【0068】次に、507は焼成用処理室（A）であり、ゲート500cにより共通室501と遮断される。なお、後述するが焼成用処理室（A）507は真空排気とバージが可能であり、さらに基板面の上下を反転させる機構を有する。さらに焼成用処理室（A）507にはゲート500dを介して搬送機構（B）508を備えた搬送室（B）509が設置される。また、搬送室（B）509にはゲート500eを介して溶液塗布用処理室（A）510が設置される。

【0069】ここで、焼成用処理室（A）507、搬送室（B）509及び溶液塗布用処理室（A）510の動作について説明する。

【0070】基板が焼成用処理室（A）507に搬送される際、焼成用処理室（A）507が減圧状態にあり、ゲート500dは閉じられている。基板（素子形成面は下向き）が搬送されるとゲート500cが閉じられ、焼成用処理室（A）507の内部は不活性ガスをバージす

ることで大気圧に戻される。また、反転機構（図示せず）により基板がひっくり返され素子形成面が上向きになる。

【0071】この状態でゲート500d、500eが開き、搬送機構（B）508によって基板は有機EL材料を含む溶液を塗布する処理室（以下、溶液塗布用処理室（A）という）510に搬送される。なお、溶液塗布用処理室（A）510は、図1に示した本発明の薄膜形成装置と同様の機能を備えた処理室であり、ここでストライプ状に発光層となる有機EL材料と溶媒との混合物が塗布される。また、有機EL材料に酸素や水分が取り込まれないように高い純度の不活性雰囲気としておくことが望ましい。

【0072】有機EL材料と溶媒との混合物が塗布された基板は再び焼成用処理室（A）507に戻され、100～120℃の温度で加熱処理（焼成処理）が行われる。ここもまた高い純度の不活性雰囲気としておくことが望ましい。焼成処理が終了したら、基板は反転機構（図示せず）により反転され、素子形成面が下向きに戻った状態で焼成用処理室（A）507が真空排気される。勿論、このときゲート500c、500dは閉じておく。

【0073】焼成用処理室（A）507の真空排気が終了したら、ゲート500cを開けて搬送機構（A）502により基板を共通室501に戻す。

【0074】以上が、焼成用処理室（A）507、搬送室（B）509及び溶液塗布用処理室（A）510の動作である。

【0075】次に、511は焼成用処理室（B）であり、ゲート500fにより共通室501と遮断される。なお、焼成用処理室（B）511も真空排気とバージが可能であり、基板面の上下を反転させる機構を有する。さらに焼成用処理室（B）511にはゲート500gを介して搬送機構（C）512を備えた搬送室（C）513が設置される。また、搬送室（C）513にはゲート500hを介して溶液塗布用処理室（B）514が設置される。

【0076】なお、焼成用処理室（B）511、搬送室（C）513及び溶液塗布用処理室（B）514の動作については、焼成用処理室（A）507、搬送室（B）509及び溶液塗布用処理室（A）510の動作と殆ど同じであるため、ここでは異なる点を説明する。

【0077】溶液塗布用処理室（B）514に搬送された基板はスピンコート法により正孔注入層または正孔輸送層となる有機EL材料と溶媒との混合物が塗布される。有機EL材料に酸素や水分が取り込まれないように高い純度の不活性雰囲気としておくことは溶液塗布用処理室（A）510と同様である。

【0078】そして、焼成用処理室（B）511で焼成処理が終了したら、焼成用処理室（B）511の真空排



気を行い、ゲート500fを開けて搬送機構(A)502により基板を共通室501に戻す。以上が、焼成用処理室(B)511、搬送室(C)512及び溶液塗布用処理室(B)514の動作である。

【0079】次に、515は気相成膜法により絶縁膜または導電膜(本実施例では導電膜)を形成するための処理室(以下、気相成膜用処理室(A))というのである。気相成膜法としては蒸着法又はスパッタ法が挙げられるが、ここでは有機EL材料の上に電極を形成する目的で使用されるため、ダメージを与えにくい蒸着法の方が好ましい。いずれにしてもゲート500iによって共通室501と遮断され、真空下で成膜が行われる。なお、成膜はデポアップ方式で行われる。

【0080】また、気相成膜用処理室(A)515において蒸着処理を行う場合には、蒸着源を具備しておく必要がある。蒸着源は複数設けて成膜する膜に応じて切り換えても良い。また、抵抗加熱方式の蒸着源としても良いし、EB(電子ビーム)方式の蒸着源としても良い。

【0081】次に、516は気相成膜法により絶縁膜または導電膜(本実施例では絶縁膜)を形成するための処理室(以下、気相成膜用処理室(B))というのである。気相成膜法としてはプラズマCVD法またはスパッタ法が挙げられるが、成膜温度のできる限り低い絶縁膜を形成できるようにすることが望ましい。例えば、リモートプラズマCVD法で窒化珪素膜を成膜すると有効である。いずれにしてもゲート506jによって共通室501と遮断され、真空下で成膜が行われる。

【0082】なお、以上の各処理(排気、搬送、成膜処理等)はタッチパネル及びシーケンサーによるコンピュータを用いた全自動制御とすることができる。

【0083】以上の構成でなるマルチチャンバー型薄膜形成装置の最大の特徴は、EL素子の形成に必要な成膜手段が全て装備され、大気解放することなくパッシベーション膜の成膜までを行うことができる点にある。その結果、高分子有機EL材料を用いて劣化に強いEL素子を簡易な手段で形成することが可能となり、信頼性の高いEL表示装置を作製することが可能となる。

【0084】なお、本実施例は実施例1、2のどちらの構成を実施する際にも薄膜形成装置として用いることが可能である。

【0085】〔実施例4〕本実施例では、図5に示したマルチチャンバー型薄膜形成装置の一部を変更した例を図6に示す。具体的には、搬送室(A)504にグローブボックス521とパスボックス522を設けた構成を示す。なお、変更点以外の部分に関する説明は実施例3を引用することができる。

【0086】グローブボックス521はゲート523を介して搬送室(A)504に連結されている。グローブボックス521では、最終的にEL素子を密閉空間に封入するための処理が行われる。この処理は、全ての処理

を終えた基板(図6の薄膜形成装置において処理を終えて搬送室(A)504に戻ってきた基板)を外気から保護するための処理であり、シーリング材で機械的に封入する、又は熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で封入するといった手段を用いる。

【0087】シーリング材としては、ガラス、セラミックス、金属などの材料を用いることができるが、シーリング材側に光を出射する場合は透光性でなければならない。また、シーリング材と上記全ての処理を終えた基板とは熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂を用いて貼り合わせ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウム等の乾燥剤を設けることも有効である。

【0088】また、シーリング材とEL素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウム等の乾燥剤を添加しておくことは有効である。

【0089】図6に示した薄膜形成装置では、グローブボックス521の内部に紫外光を照射するための機構(以下、紫外光照射機構という)524が設けられており、この紫外光照射機構524から発した紫外光によって紫外光硬化性樹脂を硬化させる構成となっている。

【0090】なお、グローブボックス521内の作業は、手作業であっても構わないが、コンピュータ制御により機械的に行われるような構造となっていることが好ましい。シーリング材を用いる場合には、液晶のセル組み工程で用いられるようなシール剤(ここでは熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂)を塗布する機構と、基板を貼り合わせる機構と、シール剤を硬化させる機構とが組み込まれていることが好ましい。

【0091】また、グローブボックス521の内部は排気ポンプを取り付けることで減圧することも可能である。上記封入工程をロボット操作で機械的に行う場合には、減圧下で行うことは有効である。

【0092】次に、グローブボックス521にはゲート525を介してパスボックス522が連結される。パスボックス522も排気ポンプを取り付けることで減圧することが可能である。パスボックス522はグローブボックス521を直接外気に晒さないようにするための設備であり、ここから基板を取り出す。

【0093】以上のように、本実施例の薄膜形成装置では、完全にEL素子を密閉空間に封入する所まで終えた段階で、外気に基板を晒すことになるため、EL素子が水分等で劣化するのをほぼ完全に防ぐことができる。即ち、信頼性の高いEL表示装置を作製することが可能となる。

【0094】〔実施例5〕発明の実施の形態や実施例1では赤色に発光する発光層、緑色に発光する発光層及び青色に発光する発光層の全てを図1に示した薄膜形成装

置を用いて形成する例を示しているが、図1に示した薄膜形成装置を用いる発光層は赤色用、緑色用または青色用の少なくとも一つであっても良い。

【0095】即ち、図2(B)においてノズル116c(塗布液(B)114cを塗布するためのノズル)を省略し、塗布液(B)114cを他の手段で塗布することも可能である。

【0096】具体的には、図5または図6において、塗布液(R)114a及び塗布液(G)114bを溶液塗布用処理室(A)510で塗布し、その後、塗布液(B)114cは溶液塗布用処理室(B)514で塗布することも可能である。勿論、色の組み合わせは自由であり、塗布液(R)114a及び塗布液(B)114cを溶液塗布用処理室(A)510で塗布し、塗布液(G)114bを溶液塗布用処理室(B)514で塗布しても良い。

【0097】なお、本実施例の構成は実施例2の構成と組み合わせて実施しても良い。

【0098】〔実施例6〕図2に示したヘッド部107はノズルが三つ取り付けられている例を示したが、さらに複数の画素列に対応させて三つ以上のノズルを設けても良い。その一例を図7に示す。なお、図面中のR、G、Bの文字は各々赤、緑、青に対応している。

【0099】図7は画素部に形成された画素列全てに対して一括で有機EL材料(厳密には塗布液)を塗布する例である。即ち、ヘッド部701には画素列の本数と同じ数でノズルが取り付けられている。このような構成とすることで一回の走査で全ての画素列に塗布することが可能となり、飛躍的にスループットが向上する。

【0100】また、画素部を複数のゾーンに分けて、そのゾーンの中に含まれる画素列の本数と同じ数でノズルを設けたヘッド部を用いても良い。即ち、画素部をn個のゾーンに分割したとすると、n回走査すれば全ての画素列に有機EL材料(厳密には塗布液)を塗布することができる。

【0101】実際には画素のサイズが数十 $\mu\text{m}$ と小さい場合もあるため、画素列の幅も数十 $\mu\text{m}$ 程度となる場合がある。そのような場合、横一列にノズルを並べることは困難となるため、ノズルの配置を工夫する必要がある。

【0102】図8に示したのは、ヘッド部に対するノズルの取り付け位置を変えた例である。図8(A)はヘッド部51に斜めに位置をずらしながらノズル52a~52cを形成した例である。なお、52aは塗布液(R)を塗布するためのノズル、52bは塗布液(G)を塗布するためのノズル、52cは塗布液(B)を塗布するためのノズルである。また、矢印の1本1本は画素列に対応する。

【0103】そして、53で示されるようにノズル52a~52cを一つの単位として考え、一つ乃至複数個の単位がヘッド部に設けられている。この単位53は、一つ

であれば3本の画素列に対して同時に有機EL材料を塗布することになるし、n個あれば3n本の画素列に対して同時に有機EL材料を塗布することになる。

【0104】このような構成とすることで、ノズルの配置スペースの自由度が高められ、無理なく高精細な画素部に本発明を実施することが可能となる。また、図8(A)のヘッド部51を用いて、画素部にある全ての画素列を一括で処理することもできるし、画素部を複数のゾーンに分割して数回に分けて処理することも可能である。

【0105】次に、図8(B)に示すヘッド部54は、図8(A)の変形であり、一つの単位55に含まれるノズルの数を増やした場合の例である。即ち、単位55の中には塗布液(R)を塗布するためのノズル56a、塗布液(G)を塗布するためのノズル56b、塗布液(B)を塗布するためのノズル56cが2個ずつ含まれ、一つの単位55によって合計6本の画素列に同時に有機EL材料が塗布されることになる。

【0106】本実施例では上記単位55が一つ乃至複数個だけ設けられ、単位55が、一つであれば6本の画素列に対して同時に有機EL材料を塗布することになるし、n個あれば6n本の画素列に対して同時に有機EL材料を塗布することになる。勿論、単位55の中に設けるノズル数は6個に限定する必要はなく、さらに複数設けることも可能である。

【0107】このような構成の場合も図8(A)の場合と同様に、画素部にある全ての画素列を一括で処理することもできるし、画素部を複数のゾーンに分割して数回に分けて処理することが可能である。

【0108】また、図8(C)のようなヘッド部57を用いることもできる。ヘッド部57は三つの画素列分のスペースを空けて、塗布液(R)を塗布するためのノズル58a、塗布液(G)を塗布するためのノズル58b、塗布液(B)を塗布するためのノズル58cが設けられている。

【0109】このヘッド部57をまず1回走査して画素列に有機EL材料を塗布したら、次にヘッド部57を三つの画素列分だけ右にずらして再び走査する。さらに、またヘッド部57を三つの画素列分だけ右にずらして再び走査する。以上のように3回の走査を行うことで赤、緑、青の順に並んだストライプ状に有機EL材料を塗布することができる。

【0110】このような構成の場合も図8(A)の場合と同様に、画素部にある全ての画素列を一括で処理することもできるし、画素部を複数のゾーンに分割して数回に分けて処理することが可能である。

【0111】以上のように、図1に示す薄膜形成装置においてヘッド部に取り付けるノズルの位置を工夫することにより、画素ピッチ(画素間の距離)が狭い高精細な画素部に対しても本発明を実施することが可能となる。

そして、製造工程のスループットを高めることができる。

【0112】なお、本実施例の構成は、実施例1～実施例5のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0113】〔実施例7〕実施例1では共通室501を減圧雰囲気としているが、不活性ガスで充填した大気圧雰囲気としても良い。その場合、搬送室(A)504、前処理室506、焼成用処理室(A)507、焼成用処理室(B)511、には特に排気ポンプを設けなくても

良い。  
【0114】但し、共通室501、搬送室(B)509及び搬送室(C)513には、各々搬送機構(A)502、搬送機構(B)508及び搬送機構(C)があるため、充填された不活性ガスが汚染される可能性も高い。従って、共通室501、搬送室(B)509及び搬送室(C)513をその他の処理室よりも圧力の低い状態にし、共通室501、搬送室(B)509及び搬送室(C)513に不活性ガスが流れ込むようにしておくことが好ましい。

【0115】なお、本実施例の構成は、実施例3～実施例6に示したいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0116】〔実施例8〕実施例3では、前処理室506に紫外光を照射する機構と加熱処理を行う機構とが備えられている例を示したが、本実施例では前処理室506に対してプラズマ処理を行う機構を備える例を示す。

【0117】EL素子の陰極表面に前処理を行う場合、陰極表面の自然酸化物を除去することが望ましい。本実施例では、フッ素または塩素を含むガスを用いて陰極表面にプラズマ処理を行い、自然酸化物を除去する機構を有する。

【0118】なお、本実施例の構成は、実施例3～実施例7に示したいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0119】〔実施例9〕実施例3では、前処理室506に紫外光を照射する機構と加熱処理を行う機構とが備えられている例を示したが、本実施例では前処理室506に対してスパッタ処理を行う機構を備える例を示す。

【0120】EL素子の陰極表面に前処理を行う場合、陰極表面の自然酸化物を除去することが望ましい。本実施例では、希ガスや窒素等の不活性ガスを用いて陰極表面に対してスパッタ処理を行い、自然酸化物を除去する機構を有する。

【0121】なお、本実施例の構成は、実施例3～実施例8に示したいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0122】〔実施例10〕実施例3では、溶液塗布用処理室(A)510及び焼成用処理室(A)507を経て発光層となる有機EL材料を形成し、さらに、溶液塗

布用処理室(B)514及び焼成用処理室(B)511を経て正孔注入層または正孔輸送層となる有機EL材料を形成する例を示した。

【0123】しかしながら、まず溶液塗布用処理室(B)514及び焼成用処理室(B)511を経て電子注入層または電子輸送層を形成し、さらに、溶液塗布用処理室(A)510及び焼成用処理室(A)507を経て発光層となる有機EL材料を形成し、またさらに、溶液塗布用処理室(B)514及び焼成用処理室(B)511を経て正孔注入層または正孔輸送層となる有機EL材料を形成することも可能である。

【0124】即ち、図1の薄膜形成装置を用いて赤色、緑色または青色の有機EL材料(B)を塗り分けたい場合は溶液塗布用処理室(A)510を用い、基板全面に有機EL材料を形成する場合は溶液塗布用処理室(B)514を用いられれば良い。そして、これらの溶液塗布用処理室を使い分けることで、様々な積層構造のEL層を形成することが可能である。

【0125】なお、本実施例の構成は、実施例3～実施例9に示したいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0126】〔実施例11〕実施例3では、気相成膜用処理室(A)515において陰極または陽極となる導電膜を形成する例を示したが、ここでは有機EL材料を蒸着法により形成することも可能である。即ち、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層または電子輸送層から選ばれた層を形成する際に用いることが可能である。

【0127】この場合、蒸着源を切り換えることによって気相成膜用処理室(A)515で有機EL材料の成膜と導電膜の成膜とを兼ねることも可能である。また、気相成膜用処理室(A)515で有機EL材料を成膜し、気相成膜用処理室(B)516で陰極または陽極となる導電膜を形成することも可能である。

【0128】なお、本実施例の構成は、実施例3～実施例10に示したいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0129】

【発明の効果】本発明の薄膜形成装置を用いることで、インクジェット法における飛行曲がりの如き問題を抱えることなく、確実に有機EL材料を成膜することが可能となる。即ち、位置ずれの問題なく精密に高分子有機EL材料を成膜することができるため、高分子有機EL材料を用いたEL表示装置の製造歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 薄膜形成装置を示す図。

【図2】 有機EL材料の塗布工程を示す図。

【図3】 有機EL材料の塗布工程を示す図。

【図4】 有機EL材料の塗布工程を示す図。

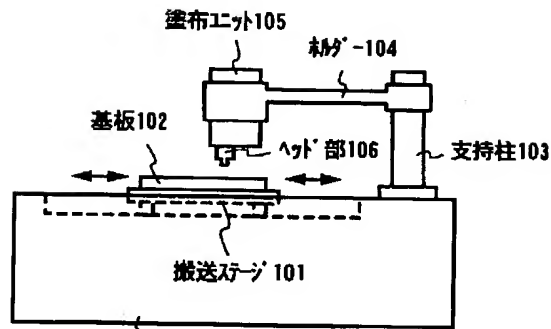
【図5】 薄膜形成装置を示す図。

【図6】 薄膜形成装置を示す図。

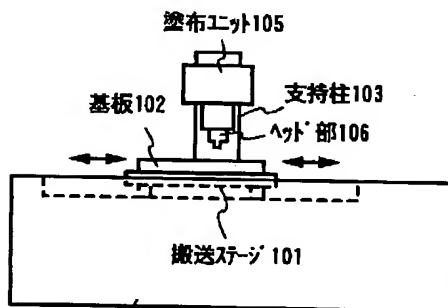
【図7】 有機EL材料の塗布工程を示す図。

【図8】 薄膜形成装置に備えられたヘッド部の構成を示す図。

【図1】

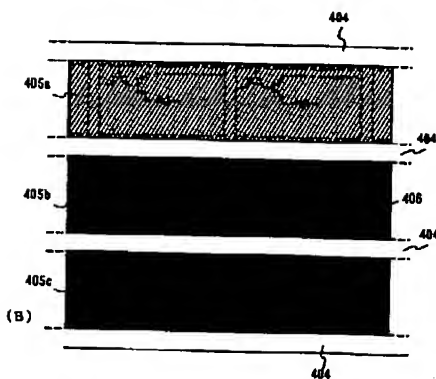
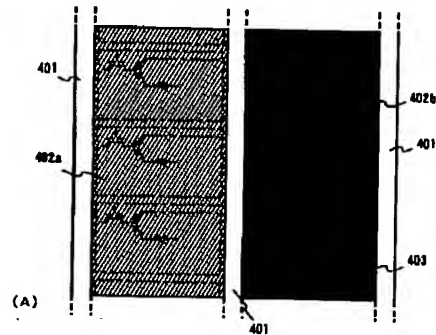


(A) 支持台100

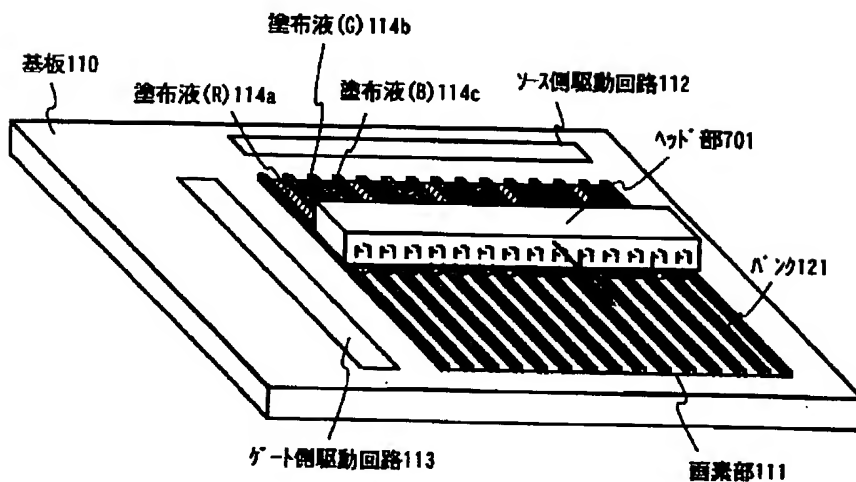


(B) 支持台100

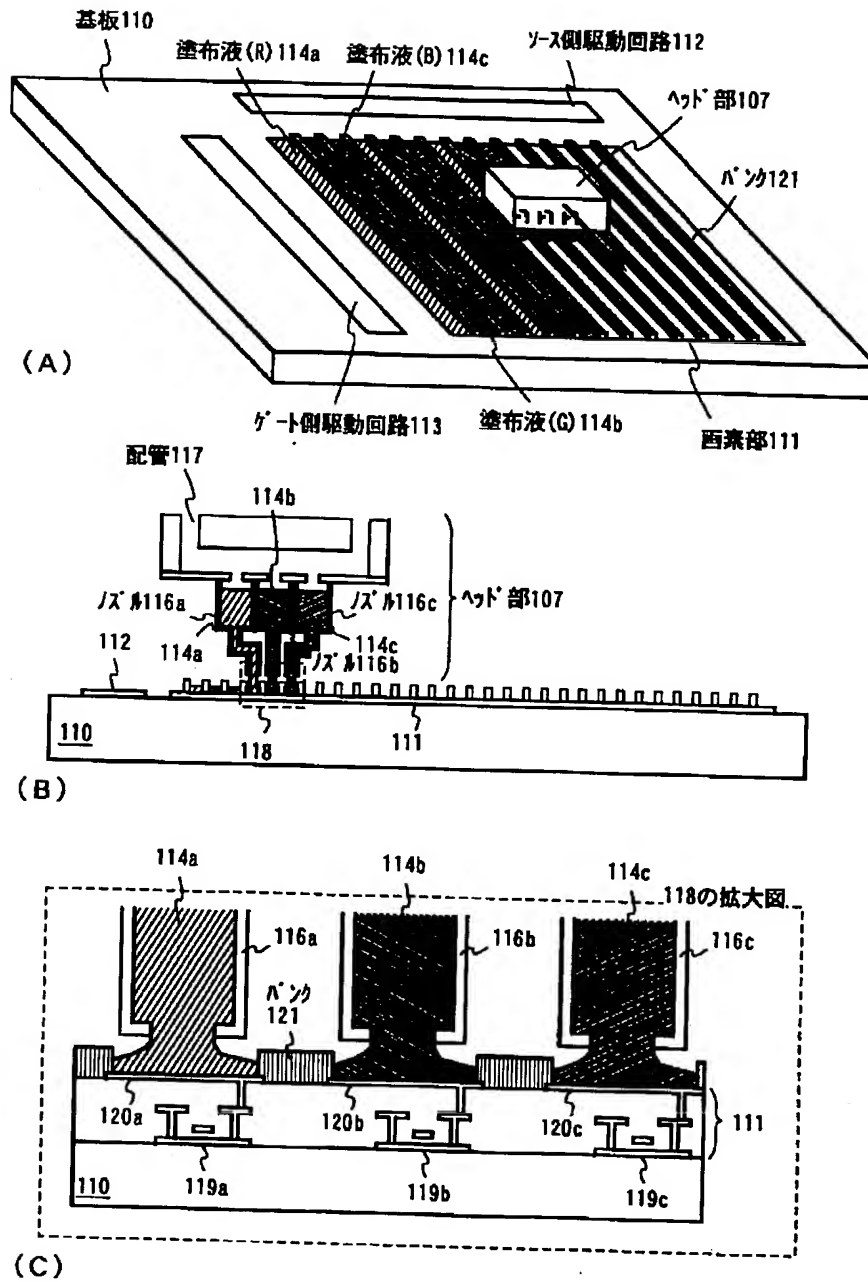
【図4】



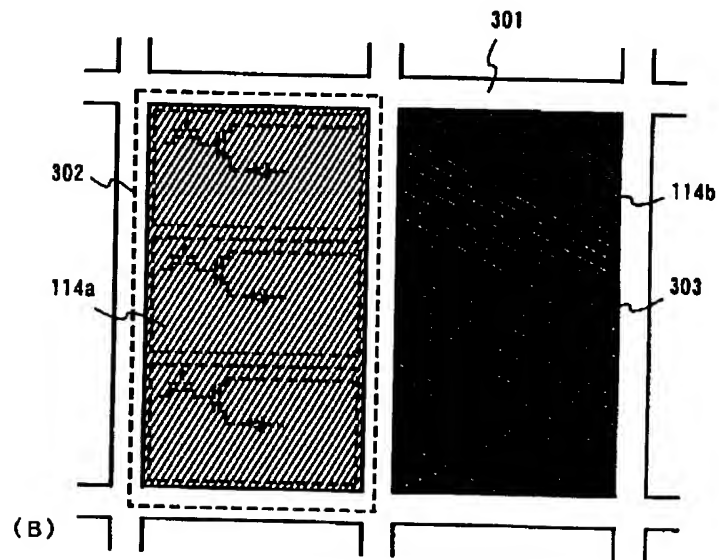
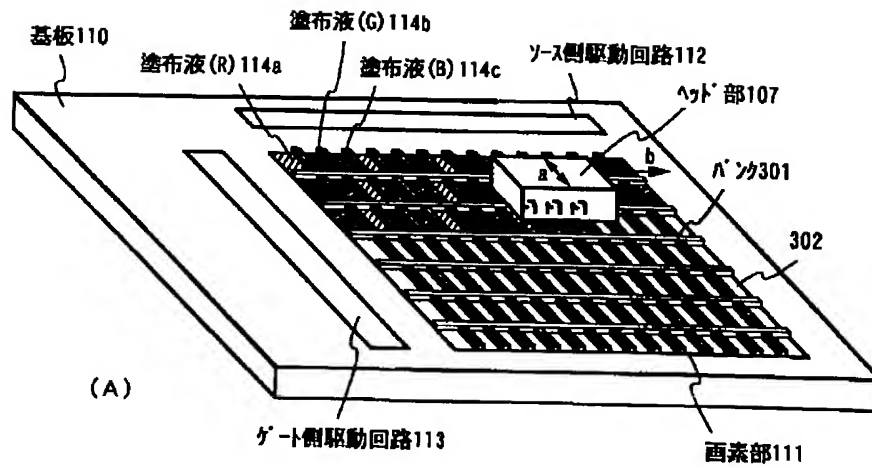
【図7】



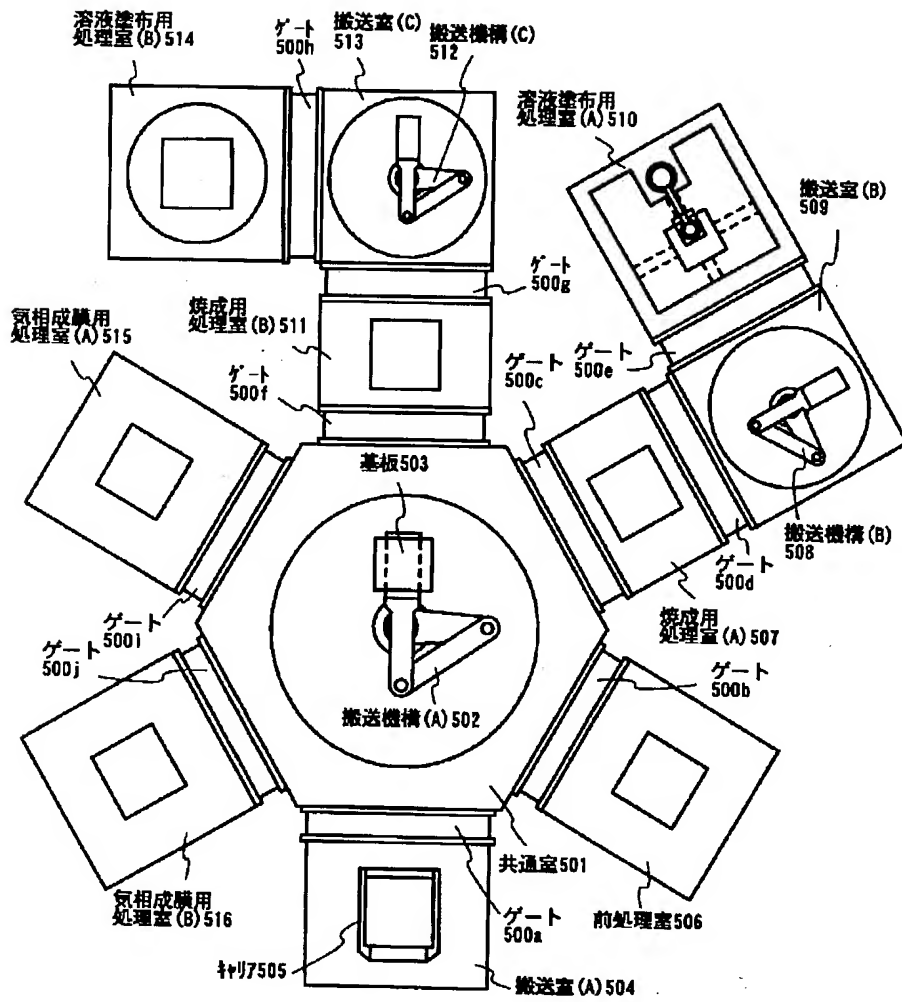
【図2】



【図3】



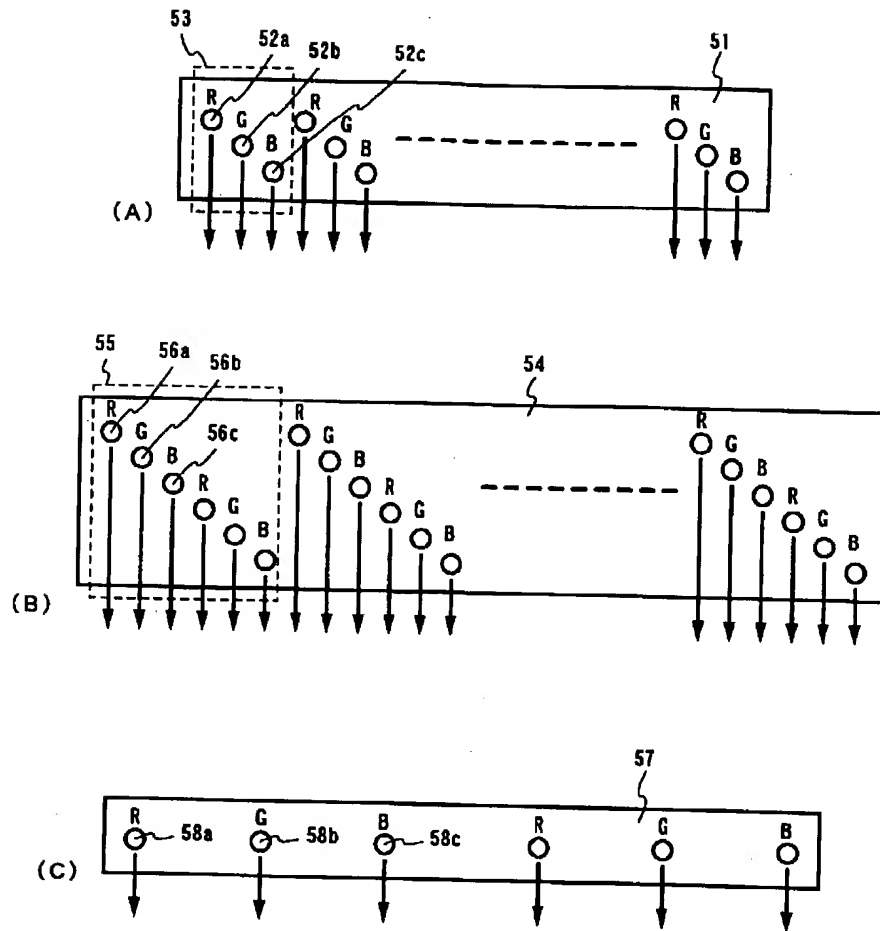
【図5】







【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 福永 健司  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
 導体エネルギー研究所内

Fターム(参考) 3K007 AB04 AB18 BA06 DA01 DB03  
 EB00 FA01 FA03